Table 1: Conducting Radiobioassays When the Preliminary Estimate of Intake is Equal To or Greater Than an Action Level

Period After Radioactive Intake	Urine-Sampling Frequency	Faecal-Sampling Frequency	*In Vivo* Count Frequency	Comments
1-10 days	Collect a 24-hour urine sample each day.	Collect a 24-hour faecal sample each day.	Perform *in vivo* counting each day.	End sampling and/or *in vivo* counting when results fall below detection limits or reach chronic baseline values.
10-100 days	Collect a 24-hour urine sample every 14 days.	Collect 24-hour faecal samples on 3 consecutive days. Repeat the collection program every 14 days.	Perform *in vivo* counting every 14 days.	End sampling or *in vivo* counting when results fall below detection limits or reach chronic baseline values.
More than 100 days.	Collect a 24-hour urine sample every 30 days.	Collect 24-hour faecal samples on 3 consecutive days. Repeat collection program every 30 days.	Perform *in vivo* counting every 30 days.	End sampling and/or *in vivo* counting when results fall below detection limits or reach chronic baseline values.

Notes:

1. The radiobioassay schedule recommended in Table 1 above should typically be followed until the subject returns to work. However, users may need to modify the protocol to take into account individual circumstances. For example, the three discrete sampling periods shown in this table may not be appropriate for radionuclides with half-lives < 3 days, for long-lived radionuclides in chemical form that have biological half-lives < 3 days, and when the intake is above a detection limit but below an action level.
2. In Table 1 above, a "24-hour" sample is a sample integrated over a contiguous 24-hour period.

Table 1: Conducting Radiobioassays When the Preliminary Estimate of Intake is Equal To or Greater Than an Action Level

Period After Radioactive Intake	Urine-Sampling Frequency	Faecal-Sampling Frequency	*In Vivo* Count Frequency	Comments
1-10 days	Collect a 24-hour urine sample each day.	Collect a 24-hour faecal sample each day.	Perform *in vivo* counting each day.	End sampling and/or *in vivo* counting when results fall below detection limits or reach chronic baseline values.
10-100 days	Collect a 24-hour urine sample every 14 days.	Collect 24-hour faecal samples on 3 consecutive days. Repeat the collection program every 14 days.	Perform *in vivo* counting every 14 days.	End sampling or *in vivo* counting when results fall below detection limits or reach chronic baseline values.
More than 100 days.	Collect a 24-hour urine sample every 30 days.	Collect 24-hour faecal samples on 3 consecutive days. Repeat collection program every 30 days.	Perform *in vivo* counting every 30 days.	End sampling and/or *in vivo* counting when results fall below detection limits or reach chronic baseline values.

Notes:

1. The radiobioassay schedule recommended in Table 1 above should typically be followed until the subject returns to work. However, users may need to modify the protocol to take into account individual circumstances. For example, the three discrete sampling periods shown in this table may not be appropriate for radionuclides with half-lives < 3 days, for long-lived radionuclides in chemical form that have biological half-lives < 3 days, and when the intake is above a detection limit but below an action level.
2. In Table 1 above, a "24-hour" sample is a sample integrated over a contiguous 24-hour period.

Figure 1: A Typical Schedule for Sampling Faecal Excretions that May Contain Type S Compounds

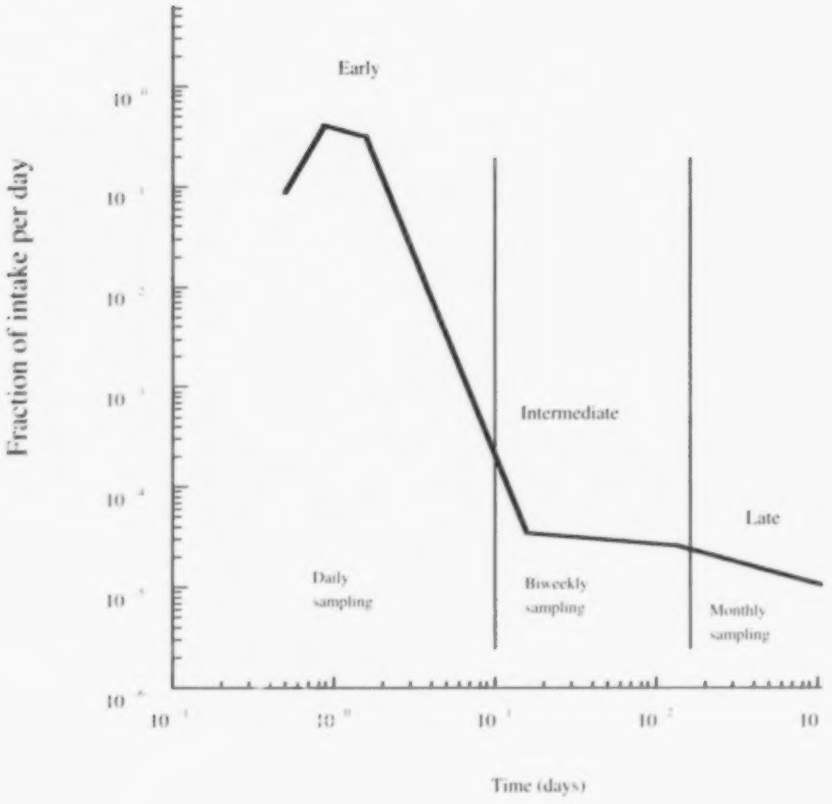


Figure 2: A Typical Schedule for Sampling Urine Excretions that May Contain Type F Compounds

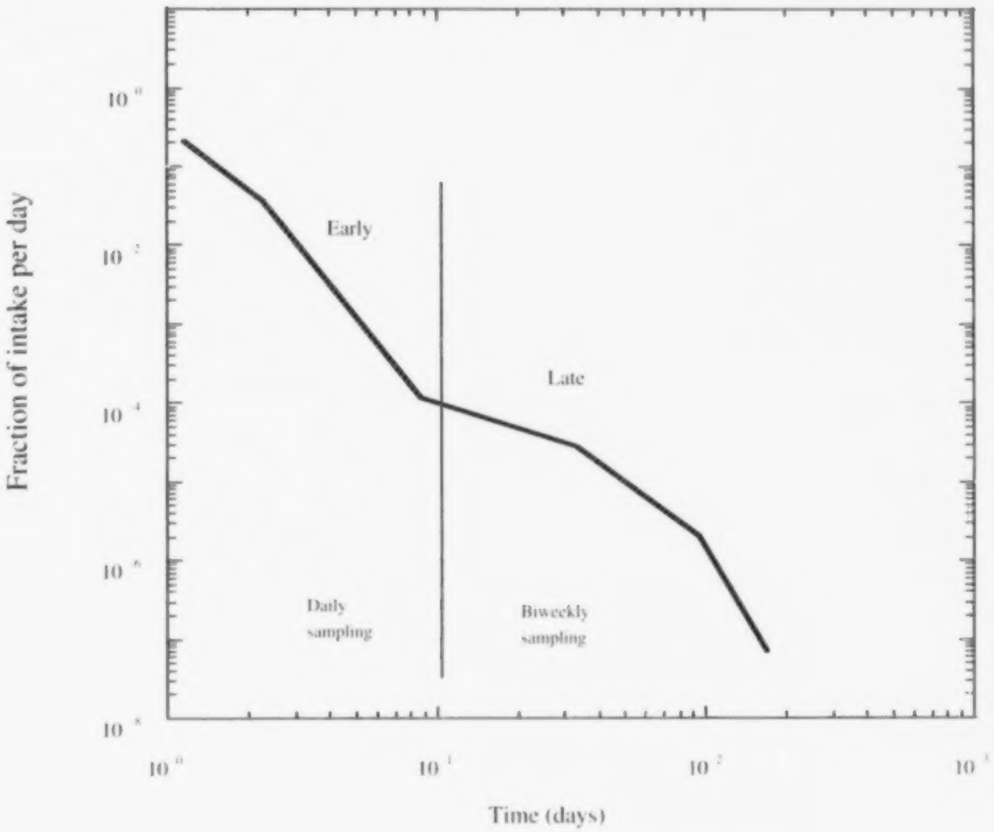


Figure 3: Events Leading to Non-routine Radiobioassays in Response to the Results of Routine Radiobioassays

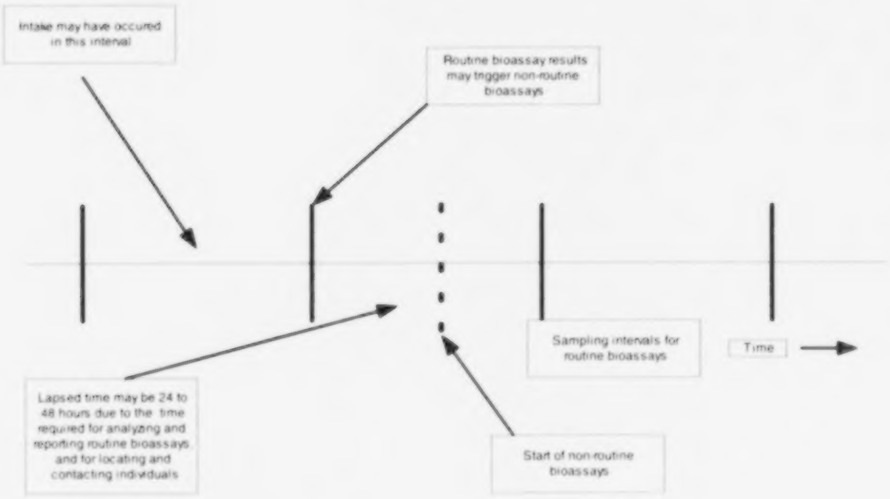
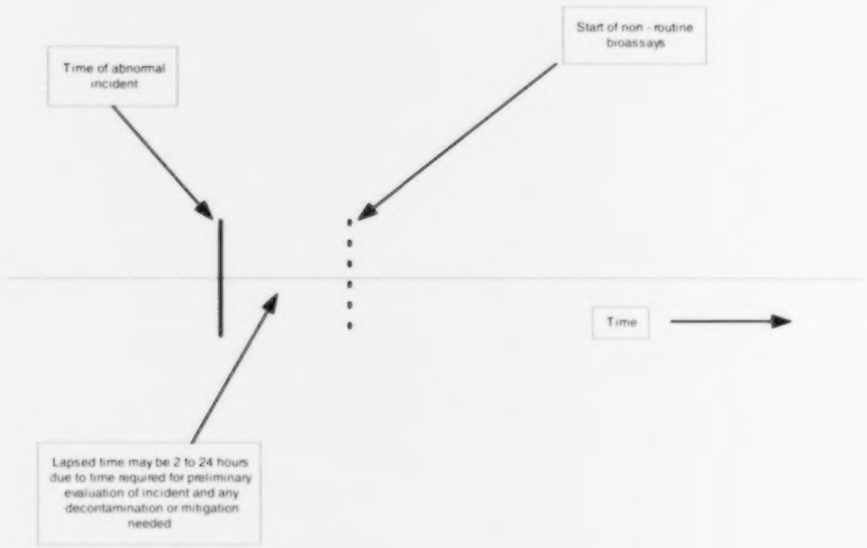


Figure 4: Events Leading to Non-routine Radiobioassays in Response to an Abnormal Incident



Commission canadienne de sûreté nucléaire
Canadian Nuclear Safety Commission

GUIDE
D'APPLICATION DE LA
RÉGLEMENTATION

Protocoles d'intervention pour les essais biologiques en cas d'incorporation anormale de radionucléides

G-147

Juin 2003

Canada

DOCUMENTS D'APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) fonctionne à l'intérieur d'un cadre juridique constitué de la législation et, à l'appui, de documents d'application de la réglementation. Le terme « législation » renvoie à différents instruments légaux exécutoires : des lois, des règlements, des permis et des ordres. Quant aux documents d'application de la réglementation – des politiques, des normes, des guides, des avis, des procédures et des documents d'information –, ils soutiennent et expliquent davantage ces instruments. Les activités de réglementation de la CCSN reposent sur ces instruments et ces documents.

Les documents d'application de la réglementation de la CCSN relèvent des principales classes suivantes :

Politique d'application de la réglementation : un document qui décrit la doctrine, les principes et les facteurs fondamentaux utilisés par la CCSN dans son programme de réglementation.

Norme d'application de la réglementation : un document qui peut servir à une évaluation de conformité et qui décrit les règles, les caractéristiques ou les pratiques que la CCSN accepte comme conformes aux exigences réglementaires.

Guide d'application de la réglementation : un document qui sert de guide ou qui décrit des caractéristiques ou des pratiques recommandées par la CCSN et qui, d'après elle, permettent de respecter les exigences réglementaires ou d'améliorer l'efficacité administrative.

Avis d'application de la réglementation : un document qui contient des conseils et des renseignements propres à un cas donné et qui sert à alerter les titulaires de permis et d'autres personnes à propos d'importantes questions de santé, de sûreté ou de conformité auxquelles il faut donner suite en temps utile.

Procédure d'application de la réglementation : un document qui décrit les modalités de travail qu'utilise la CCSN pour administrer les exigences réglementaires dont elle est responsable.

Les politiques, normes, guides, avis et procédures d'application de la réglementation ne créent pas d'exigences exécutoires; ils servent plutôt à étayer les exigences réglementaires énoncées dans les permis, dans les règlements et dans les autres instruments exécutoires. Néanmoins, le cas échéant, un document d'application de la réglementation peut être transformé en instrument exécutoire par son incorporation dans un permis ou un règlement de la CCSN, ou encore dans un autre instrument exécutoire établi en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*.

GUIDE D'APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION

Protocoles d'intervention pour les essais biologiques en cas d'incorporation anormale de radionucléides

G-147

Publié par la
Commission canadienne de sûreté nucléaire
Juin 2003

Protocoles d'intervention pour les essais biologiques en cas d'incorporation anormale de radionucléides

Guide d'application de la réglementation G-147

Publié par la Commission canadienne de sûreté nucléaire

© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2003

La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source en entier. Toutefois, sa reproduction en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

N° de cat. CC173-3/2-147F
ISBN 0-662-89221-6

Also published in English as
Radiobioassay Protocols for Responding to Abnormal Intakes of Radionuclides

Disponibilité du présent document

Les personnes intéressées pourront consulter le présent document sur le site Web de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (www.suretenucleaire.gc.ca) ou en commander des exemplaires, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

Direction des communications et de la gestion de l'information
Commission canadienne de sûreté nucléaire
280, rue Slater
Case postale 1046, Succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CANADA

Téléphone : (613) 995-5894 ou 1 800 668-5284 (au Canada)
Télécopieur : (613) 992-2915
Courriel : publications@cnsc-ccsn.gc.ca

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements v

1.0 OBJET 1

2.0 PORTÉE 1

3.0 CONTEXTE 1
3.1 Cadre de réglementation 1
3.2 Dispositions législatives applicables 1
3.3 Méthodes d'essais biologiques 2
3.4 Essais biologiques « courants » et « spéciaux » 2
3.5 Choisir et appliquer des méthodes d'essais biologiques 3

4.0 PROTOCOLES D'INTERVENTION 4
4.1 Applicabilité 4
4.2 Conformité aux recommandations de la CIPR 5
4.3 Description 6
4.3.1 Aperçu 6
4.3.2 Protocole d'intervention suscité par des essais biologiques courants 6
4.3.3 Protocole d'intervention suscité par un incident anormal 8

5.0 PRÉLÈVEMENT ET MANIPULATION D'ÉCHANTILLONS D'ESSAIS BIOLOGIQUES 10
5.1 Règles générales 10
5.2 Étiquetage des échantillons 10
5.3 Traitement et stockage des échantillons d'urine 10
5.4 Prélèvement et stockage des échantillons fécaux 11
5.5 Emballage et transport des échantillons d'essais biologiques 11

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE 12

ANNEXES

Tableau 1 : Protocole d'échantillonnage recommandé lorsque l'estimation préliminaire de la contamination est égale ou supérieure au seuil d'intervention 15
Figure 1 : Périodes types d'échantillonnage pour une excrétion fécale qui contient un composé de type S 16
Figure 2 : Périodes types d'échantillonnage pour une excrétion d'urine qui contient un composé de type F 17
Figure 3 : Événements donnant lieu à des essais biologiques spéciaux en réponse aux résultats des essais biologiques courants 18
Figure 4 : Événements donnant lieu à des essais biologiques spéciaux en réponse à une situation anormale 19

Remerciements

La Commission canadienne de sûreté nucléaire remercie le Groupe de travail sur la dosimétrie interne de sa collaboration pour l'élaboration des protocoles relatifs aux essais biologiques qui sont décrits dans le présent guide. Les membres du groupe de travail étaient les suivants :

Dr M. Billinghurst	Winnipeg Health Sciences Centre
K. Bundy	Commission canadienne de sûreté nucléaire
Dr G. Kramer	Santé Canada
Dr M. Limson-Zamora	Santé Canada
Dr R. Richardson	Énergie atomique du Canada limitée
B. Thériault	Commission canadienne de sûreté nucléaire
Dr K. Thind	Consultant
Dr C. Webber	Hamilton Health Sciences Corporation
Dr D. Whillans	Ontario Power Generation

PROTOCOLES D'INTERVENTION POUR LES ESSAIS BIOLOGIQUES EN CAS D'INCORPORATION ANORMALE DE RADIONUCLÉIDES

1.0 OBJET

Le présent guide vise à aider les titulaires de permis de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN, la Commission) à vérifier et à contrôler l'exposition au rayonnement et les doses de rayonnement reçues par les travailleurs conformément aux exigences réglementaires, notamment le *Règlement sur la radioprotection* et toute autre condition de permis pertinente.

2.0 PORTÉE

Le présent guide :

- décrit deux protocoles relatifs aux essais biologiques qui peuvent être utilisés par les titulaires de permis de la CCSN pour intervenir lorsque des personnes qui exercent des activités autorisées par la *Loi sur la réglementation et la sûreté nucléaires* et ses règlements peuvent avoir subi une incorporation anormale de matières radioactives;
- donne des conseils sur la manière de prélever et de manipuler les échantillons des essais biologiques.

3.0 CONTEXTE

3.1 Cadre de réglementation

La CCSN est l'organisme fédéral qui réglemente l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de protéger la santé, la sûreté, la sécurité et l'environnement et de respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

La *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) exige des personnes ou des organismes qu'ils détiennent, à moins d'en être exemptés, un permis de la CCSN avant d'exécuter les activités décrites à l'article 26 de cette même loi. Les règlements d'application de la LSRN énoncent les exigences préalables de la CCSN pour la délivrance d'un permis ainsi que les obligations des titulaires de permis et des travailleurs.

3.2 Dispositions législatives applicables

Les dispositions suivantes du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et du *Règlement sur la radioprotection* s'appliquent tout particulièrement au présent guide.

Notamment :

- L'alinéa 3(1)e) du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*

- stipule qu'une demande de permis de la CCSN doit contenir les mesures proposées pour assurer la conformité au *Règlement sur la radioprotection*.

- Selon l'article 5 du *Règlement sur la radioprotection* :
  - « Pour tenir un document sur les doses de rayonnement en conformité avec l'article 27 de la Loi, le titulaire de permis contrôle et enregistre l'ampleur de l'exposition aux produits de filiation du radon de chaque personne mentionnée dans cet article, ainsi que la dose

efficace et la dose équivalente qui sont reçues par la personne et engagées à son égard. » [paragraphe 5(1)]
- « Le titulaire de permis contrôle l'ampleur de l'exposition aux produits de filiation du radon, la dose efficace et la dose équivalente a) par mesure directe résultant du contrôle; ou b) par évaluation, lorsque le temps et les ressources exigées pour une mesure directe sont trop importants par rapport à son utilité. » [paragraphe 5(2)]

- Selon l'article 6 du *Règlement sur la radioprotection* :
  - Le « seuil d'intervention » est « une dose de rayonnement déterminée ou tout autre paramètre qui, lorsqu'il est atteint, peut dénoter une perte de contrôle d'une partie du programme de radioprotection du titulaire de permis et rend nécessaire la prise de mesures particulières. » [paragraphe 6(1)]
  - « Le titulaire de permis qui apprend qu'un seuil d'intervention mentionné dans le permis pour l'application du présent paragraphe a été atteint a) fait enquête pour en établir la cause; b) dégage et prend des mesures pour rétablir l'efficacité du programme de radioprotection mis en œuvre conformément à l'article 4; c) avise la Commission dans le délai prévu au permis. » [paragraphe 6(2)]

- Selon l'alinéa 16c) du *Règlement sur la radioprotection* :
  - « Le titulaire de permis qui apprend qu'une dose de rayonnement reçue par une personne, un organe ou un tissu, et engagée à leur égard, peut avoir dépassé une limite de dose applicable qui est prévue aux articles 13, 14 ou 15, fait enquête pour établir l'ampleur de la dose et les causes de l'exposition. »

Le *Règlement sur la radioprotection* ne précise pas comment le titulaire de permis de la CCSN doit contrôler l'exposition et les doses reçues par les personnes « par mesure directe résultant du contrôle ». En l'absence de telles directives, la partie 4 du présent guide décrit deux protocoles d'intervention pouvant être utilisés par les titulaires de permis de la CCSN pour contrôler les doses de rayonnement reçues par des personnes en effectuant des essais biologiques spéciaux lorsqu'on présume ou qu'on sait qu'il y a eu incorporation anormale de radionucléides.

3.3 Méthodes d'essais biologiques

Les programmes de radioprotection qui sont exigés des titulaires de permis de la CCSN par le *Règlement sur la radioprotection* comportent habituellement des dispositions relatives aux essais biologiques. Ceux-ci peuvent être « directs » ou « indirects ».

Les essais biologiques directs, ou mesures *in vivo*, sont des mesures effectuées sur le corps humain en vue de déterminer la quantité de matières radioactives présentes dans le corps, en utilisant des instruments qui détectent le rayonnement émis par les matières radioactives.

Les essais biologiques indirects, ou mesures *in vitro*, consistent à prélever et à analyser des échantillons de cheveux humains, de tissus, de sécrétions nasales, d'urine ou de fèces dans le but de déterminer la quantité de matières radioactives qui auraient pu être incorporées.

3.4 Essais biologiques « courants » et « spéciaux »

Les essais biologiques visant à contrôler les doses de rayonnement peuvent être classés comme des essais « courants » ou « spéciaux », comme suit :

- l'essai biologique « courant » est tout essai biologique qui comprend le prélèvement et l'analyse d'échantillons ou la prise de mesures sur le corps à intervalles réguliers ou à des moments prédéterminés durant les opérations normales.
- l'essai biologique « spécial » est un essai biologique qui est effectué dans le cadre d'une intervention *ponctuelle* à la suite de circonstances particulières, comme une incorporation réelle ou présumée de matières radioactives causée par un incident anormal sur les lieux de travail. L'essai biologique « spécial » porte souvent le nom d'essai « ponctuel ».

Par définition, les programmes de surveillance de dose qui comportent des essais biologiques courants sont proactifs et de nature préventive. Ils visent en général à assurer une détection courante et opportune, les mesures et la confirmation des incorporations de matières radioactives qui ont eu lieu de façon continue durant les opérations normales. Un exemple d'essai biologique courant est le prélèvement d'un échantillon d'urine aux deux semaines (à tous les 14 jours) qui sera analysé en vue de déterminer la présence d'oxyde de tritium.

Les programmes qui prévoient des essais biologiques spéciaux sont habituellement de nature réactive et ponctuelle. Ils sont habituellement adaptés en vue d'obtenir des paramètres clés qui sont requis pour une évaluation de dose particulière en réaction à un besoin précis identifié. Pour éviter de compromettre les résultats, les essais biologiques spéciaux sont habituellement réalisés lorsque la personne s'est retirée des lieux afin d'éviter un contact ultérieur avec des substances radioactives ou l'exposition à ces substances.

Les essais biologiques courants et spéciaux peuvent comporter une ou plusieurs méthodes d'essais biologiques décrites dans les publications 54 et 78 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), ou d'autres méthodes que l'on estime appropriées à la situation.

3.5 Choisir et appliquer des méthodes d'essais biologiques

Dans les cas où des protocoles d'intervention ponctuels sont mis en oeuvre, le programme connexe d'essais biologiques et d'analyses dépendra de certains facteurs propres à la situation, notamment :

- le moment où l'incorporation de contaminants radioactifs s'est produite,
- le mode d'incorporation des contaminants radioactifs,
- l'évaluation préliminaire de l'incorporation radioactive et la dose résultante, à l'aide des résultats d'essais biologiques et des paramètres par défaut,
- si l'irradiation est imputable à un seul radionucléide ou à un mélange de radionucléides,
- les formes chimique et physique (p. ex. la taille des particules) du contaminant radioactif,
- les types et l'importance du rayonnement émis par le contaminant,
- le taux de désintégration du contaminant radioactif,
- les caractéristiques métaboliques et le comportement du contaminant radioactif (p. ex. durée de rétention dans le corps, classe de solubilité dans les poumons, facteur de transfert dans les intestins, taux d'excrétion),
- le moment où les résultats de l'essai biologique doivent être connus,
- le nombre de résultats d'essais biologiques requis,
- la commodité, la sensibilité, la qualité et la pertinence de l'équipement et des installations d'essais biologiques.

Pour évaluer les doses de rayonnement provenant de sources internes, les méthodes d'essais biologiques les plus couramment utilisées sont le comptage *in vivo* et l'analyse d'échantillons d'excrétions, comme l'urine et les fèces. Dans certains cas, comme lorsqu'il s'agit de

radionucléides sans émission de rayons gamma ou à émission de photons de faible énergie seulement, les essais biologiques des excrétions peuvent constituer la seule option raisonnable. Lorsqu'une personne a subi une exposition interne à un mélange de radionucléides qui émettent des photons gamma pénétrants, il peut être utile de combiner le comptage *in vivo* avec le prélèvement et l'analyse des excrétions.

En cas d'ingestion ou d'inhalation d'un mélange de radionucléides, il est possible que les méthodes normalisées courantes ne permettent pas de déceler tous les radionucléides. Cependant, si certains radionucléides sont détectés à l'aide des méthodes normalisées, d'autres radionucléides, qui sont normalement associés à ceux-ci, seront également présents. Par exemple, le ^{144}Ce est généralement associé aux radionucléides transuraniens formés dans le combustible d'uranium irradié. Lorsqu'un radionucléide auxiliaire, comme le ^{144}Ce, détecté par une méthode d'essais biologiques normalisée (détectable par comptage *in vivo* ou par spectroscopie gamma d'échantillons fécaux à l'aide de détecteurs à germanium) laisse supposer la présence d'autres radionucléides difficilement détectables dans le mélange, on devrait envisager de prendre des dispositions particulières pour un comptage *in vivo* additionnel et/ou pour une analyse spéciale des échantillons d'essais biologiques (p. ex. analyse des traces de fission visant à détecter la présence de ^{239}Pu dans l'urine).

De plus, avec des ajustements appropriés, les données métaboliques – comme la durée de rétention dans un organe ou dans le corps entier, et les taux d'excrétion de l'urine et des fèces – peuvent souvent être utilisées avec les résultats des essais biologiques pour déterminer les expositions au rayonnement et les doses imputables aux incorporations de matières radioactives.

4.0 PROTOCOLES D'INTERVENTION

4.1 Applicabilité

Les protocoles d'intervention qui sont décrits dans cette section ont pour but d'être utilisés lors de situations inhabituelles, comme lorsqu'il est nécessaire de vérifier la dose efficace engagée chez une personne à la suite d'une incorporation réelle ou présumée de substances radioactives causée par un incident anormal sur les lieux de travail. Ces scénarios comprennent :

- brèches ou défaillance d'une source scellée qui peut occasionner une incorporation de matières radioactives;
- incorporations anormales de matières radioactives survenues lors de la manipulation de sources non scellées;
- contamination en suspension dans l'air par suite d'incendies ou d'explosions;
- défaillance de l'équipement de protection personnelle (p. ex. l'équipement respiratoire) lors de l'entretien ou de la réparation de pièces contaminées ou de systèmes.

Lorsqu'un incident survient dans une installation autorisée par un permis de la CCSN ou durant une activité réglementée par la CCSN et qu'il implique une exposition interne possible ou réelle au rayonnement, il peut entraîner une obligation d'effectuer un essai biologique spécial conformément aux règlements, à un permis de la CCSN ou au programme de radioprotection du titulaire de permis.

Par exemple, lorsqu'un titulaire de permis apprend qu'une dose de rayonnement reçue par une personne, un organe ou un tissu, peut avoir dépassé une limite de dose applicable qui est prévue aux articles 13, 14 ou 15 du *Règlement sur la radioprotection*, il doit faire enquête pour établir

l'ampleur de la dose et les causes de l'exposition (paragraphe 16(c) du *Règlement sur la radioprotection*). Les activités entreprises dans le cadre de l'enquête requise ayant pour but de déterminer l'importance de la dose peuvent comprendre la réalisation d'un essai biologique spécial.

Pour que les résultats des essais biologiques spéciaux soient crédibles, on doit porter une attention particulière au choix et à l'applicabilité des méthodes d'essai, au moment et au nombre des comptages *in vivo*, ou au moment du prélèvement des échantillons d'excrétions par rapport à l'heure où l'incorporation a eu lieu. Les personnes qui sont responsables de la conception et la mise en oeuvre des protocoles d'intervention doivent faire preuve de jugement en ce qui concerne certaines questions clés. Par exemple, elles doivent décider s'il faut prélever et conserver des échantillons aux fins de l'analyse confirmative, elles doivent établir le moment approprié pour tronquer les échantillons en tenant compte des coûts associés et des bénéfices.

Au moment de choisir les meilleures méthodes d'essais biologiques et de déterminer la nature des exigences complémentaires requises pour une surveillance biologique additionnelle, les personnes responsables devraient tenir compte des facteurs mentionnés à la partie 3.5 ci-dessus.

Les protocoles d'intervention décrits à la partie 4.3 du présent guide peuvent être utilisés par les titulaires de permis pour déterminer la dose efficace engagée par suite de l'incorporation de radionucléides. Cependant, les utilisateurs doivent faire preuve de jugement. Ils doivent adapter le protocole recommandé pour répondre à leurs besoins spécifiques et aux circonstances particulières. Ces besoins et circonstances dépendent de facteurs propres à chaque situation, incluant les risques d'irradiation sur les lieux de travail et les circonstances associées aux expositions internes.

4.2 Conformité aux recommandations de la CIPR

Les protocoles d'intervention recommandés dans le présent guide sont conformes aux recommandations de la CIPR. Par exemple, les publications 54 et 78 de la CIPR recommandent d'évaluer le régime de rétention et d'excrétion propres à l'individu et les autres paramètres connexes après une incorporation importante de radionucléides chez un travailleur. La CIPR préfère utiliser des données propres à un individu plutôt que des modèles biocinétiques normalisés pour ces évaluations, car les taux observés fournissent des estimations plus réalistes des doses de rayonnement qui sont reçues à la suite de l'incorporation.

Les recommandations de la CIPR, ainsi que les protocoles d'intervention qui sont décrits dans le présent document, tiennent compte du fait que le taux de rétention ou d'excrétion d'un individu ne peut être déterminé en prenant pour base deux ou trois comptages aléatoires. Conséquemment, le protocole recommandé est conçu de manière à obtenir suffisamment de données d'essais biologiques systématiques et propres à un individu pour produire des évaluations de dose défendables sur le plan scientifique.

4.3 Description

4.3.1 Aperçu

Les protocoles d'intervention qui sont décrits aux sections 4.3.3 et 4.3.2, et qui sont représentés graphiquement aux figures 3 et 4, pages 18 et 19 du présent guide, s'appliquent dans deux situations particulières. Ces situations sont les suivantes :

- lorsqu'un programme d'essais biologiques courants donne un résultat anormal, et que cela laisse supposer que la personne pourrait avoir été exposée à des niveaux de rayonnement anormalement élevés;
- lorsqu'un incident anormal (p. ex. incendie, explosion, défaillance des systèmes de ventilation), qui pourrait donner lieu à des incorporations importantes de radionucléides chez une personne, est connu ou présumé.

Les figures 1 et 2, pages 16 et 17 du présent guide, offrent des exemples de diverses phases d'échantillonnage de l'excrétion qui seraient appropriées dans des situations spécifiques. Ces figures tiennent compte des caractéristiques anatomiques et physiologiques définies par la CIPR, pour les individus de référence, dans la publication 23 de la CIPR.

La figure 1 illustre des périodes types d'échantillonnage d'excrétion fécale pouvant contenir un composé de type S. Un composé de type S est relativement insoluble dans les voies respiratoires, et le débit d'absorption d'un tel composé vers le sang est donc relativement lent.

La figure 2 illustre des périodes types d'échantillonnage pour une excrétion d'urine pouvant contenir un composé de type F. Un composé de type F est relativement soluble dans les voies respiratoires, et le débit d'absorption d'un tel composé vers le sang est donc relativement rapide.

4.3.2 Protocole d'intervention suscité par des essais biologiques courants

<u>Retirer le travailleur du lieu de travail, confirmer les résultats de l'essai biologique et conserver les échantillons</u>

En premier lieu, le protocole d'intervention doit prévoir les étapes suivantes :

- Retirer le travailleur du lieu de travail pour s'assurer qu'il ne subit aucune incorporation ultérieure.
- Confirmer le résultat de l'essai biologique le plus tôt possible, en utilisant le laboratoire qui a effectué l'analyse.
- Effectuer les évaluations préliminaires de l'incorporation et de la dose à l'aide des résultats des essais biologiques initiaux, en tenant compte de certains facteurs, comme ceux présentés à la section 3.5 du présent guide.

- Si le résultat est anormalement élevé (de beaucoup supérieur à un « seuil d'intervention »), tel que défini au paragraphe 6(1) du *Règlement sur la radioprotection*, on devrait envisager une confirmation du résultat par un autre laboratoire indépendant.

- Lorsque des essais biologiques courants d'un échantillon donnent des résultats élevés, il faut, autant que possible, conserver l'échantillon jusqu'à ce que toutes les enquêtes relatives à l'incident soient terminées.

Habituellement, la conservation des échantillons dans le but de répéter les analyses ou d'effectuer des analyses additionnelles s'avère pratique lorsqu'une petite portion de l'échantillon total est requise pour chaque analyse. Par exemple, chaque analyse de l'urine visant à détecter la présence de tritium, sous forme d'eau tritiée, peut nécessiter seulement 5 mL d'échantillon alors que le volume prélevé se situe entre 0,1 et 1 L. Ainsi, un échantillon d'urine relativement petit, qui occupe un espace de stockage proportionnel, est suffisant pour plusieurs analyses de « tritium ».

Il est prudent de conserver, dans la mesure du possible, le reste de l'échantillon d'urine ou de l'échantillon fécal en vue d'analyses confirmatoires. Par exemple, lorsque l'analyse d'un échantillon de matières fécales par spectroscopie gamma non destructive provisoire indique la présence de quantités importantes de produits de fission et de produits d'activation; dans un tel cas, l'échantillon pourrait être conservé en vue d'une analyse confirmatoire. Dans certains cas, il peut être possible et valable de conserver les échantillons non utilisés pendant des périodes prolongées au cas où des techniques d'analyse et des équipements améliorés deviendraient disponibles pendant la période d'entreposage, ce qui permettrait d'obtenir des résultats plus justes, plus exacts ou plus fiables.

La partie 5 du présent guide donne des renseignements sur la façon de manipuler et d'entreposer des échantillons d'essais biologiques.

<u>Détermination et mise en place du programme d'échantillonnage spécial et d'essais biologiques</u>

Dans le cadre de ce protocole, on doit procéder à un échantillonnage spécial et à des essais biologiques, suivant l'estimation préliminaire de l'incorporation où un seuil d'intervention est atteint ou dépassé, tel que défini au paragraphe 6(1) du *Règlement sur la radioprotection*.

Pour être efficace, un programme de suivi des essais biologiques doit tenir compte de facteurs pertinents, comme ceux qui sont indiqués à la partie 3.5 du présent guide, des recommandations relatives à l'échantillonnage et au comptage qui figurent au tableau 1 de la page 15 du présent guide, du programme de radioprotection et des caractéristiques des radionucléides en cause.

Le tableau 1 de la page 15 du présent guide recommande des fréquences d'échantillonnage pour les trois grandes périodes (1 à 10 jours, 10 à 100 jours, plus de 100 jours) suivant l'estimation préliminaire de l'incorporation où un seuil d'intervention est atteint ou dépassé. Le protocole d'échantillonnage recommandé

s'applique à la période où le travailleur sous rayonnement ou exposé à des substances radioactives est retiré du lieu de travail.

Le tableau 1 présente des situations auxquelles les titulaires de permis de la CCSN sont susceptibles d'être confrontés, mais elles n'y figurent pas toutes. Par exemple, dans le cas des radionucléides à courte période (demi-vie < 3 jours), la période totale d'échantillonnage disponible peut être relativement courte et, par conséquent, le régime d'échantillonnage recommandé au tableau 1 pourrait ne pas être approprié. Il en va de même pour les radionucléides à longue période présents dans des composés dont la demi-vie biologique est courte (< 3 jours). Dans de telles situations, l'échantillonnage doit se faire quotidiennement au cours des 10 premiers jours suivant la contamination interne afin de pouvoir définir précisément l'allure des courbes de rétention et d'excrétion du sujet.

Lorsque les résultats d'un essai biologique courant laissent supposer que l'incorporation peut dépasser de beaucoup le seuil d'intervention, il faut prendre des dispositions pour effectuer des essais biologiques spéciaux et prélever les échantillons recommandés au tableau 1. Il faut aussi mener des essais biologiques additionnels (sang, salive, haleine), ainsi que les essais biologiques qui sont requis par le programme de radioprotection applicable, ou qui sont nécessaires pour produire et améliorer les évaluations de l'incorporation de matières radioactives ou des doses de rayonnement. Par exemple, lorsque la dose estimée dépasse 100 mSv, on doit prélever des échantillons de sang en vue de réaliser des analyses chromosomiques.

4.3.3 Protocole d'intervention suscité par un incident anormal

Applicabilité du protocole d'intervention

Ce protocole doit être mis en oeuvre en réaction aux incidents anormaux survenus sur le lieu de travail, comme les incidents impliquant des incendies, des explosions ou la défaillance d'un système de ventilation. Les incidents anormaux augmentent habituellement les niveaux de radioactivité dans l'air, et peuvent donner lieu à de plus fortes incorporations de matières radioactives chez les travailleurs.

Évaluer s'il y a eu incorporation et à quel moment

Puisque les incidents comme les explosions et les défaillances de la ventilation déclenchent des alarmes, il est normalement facile de déterminer à quel moment ils surviennent. Dans de telles circonstances, on peut déterminer avec la même précision le moment où se produisent les incorporations de contaminants radioactifs par les travailleurs.

À la suite d'un événement anormal survenu dans une installation nucléaire, on peut parfois présumer qu'il y a eu contamination interne d'après des preuves indirectes. Par exemple, la contamination faciale ou nasale détectée par des moniteurs portatifs ou la présence de coupures ou blessures contaminées, peuvent laisser supposer que les personnes ont été exposées à des particules en suspension dans l'air. Ces renseignements peuvent être suffisants pour amorcer immédiatement un essai biologique ponctuel plutôt que d'attendre le comptage d'essai biologique courant.

Lorsque l'incorporation de contaminants radioactifs est présumée mais non confirmée, le prélèvement opportun d'échantillons lors d'essais non biologiques ou lors d'essais biologiques peut aider à déterminer si l'incident s'est produit ou non.

Les échantillons prélevés lors d'essais non biologiques comprennent les tampons de prélèvement nasal et les prélèvements sur les vêtements de protection ou les surfaces des lieux de travail. La présence ou l'absence de radionucléides à ces endroits peut constituer une indication raisonnable qu'une inhalation a eu lieu ou n'a pas eu lieu.

Prélèvement des échantillons, confirmation des résultats et évaluation des doses

- Prendre des dispositions pour effectuer le prélèvement des échantillons d'essais biologiques et le comptage *in vivo* chez les individus exposés au moment opportun, puisque les résultats initiaux des essais biologiques ou de la surveillance *in vivo* influeront sur les décisions relatives aux prélèvements ultérieurs.

- En cas de contamination étendue, prendre des mesures particulières pour obtenir des échantillons d'essais biologiques non contaminés (voir la section 5).

- Dans l'attente des résultats initiaux des essais biologiques et de la surveillance *in vivo*, continuer à échantillonner aux fréquences recommandées au tableau 1 à la page 15.

- Examiner les résultats du premier essai biologique *in vitro* ou du premier comptage *in vivo*, et les comparer aux résultats des échantillons d'essais non biologiques disponibles, comme les tampons de prélèvement nasal ou les tampons servant à prélever la contamination de surface.

- Si les radionucléides détectés sur le tampon de prélèvement nasal et sur les lieux de travail sont les mêmes que ceux signalés dans les résultats des essais biologiques, on peut envisager cette concordance comme une confirmation qu'une incorporation radioactive du même type a eu lieu.

- Effectuer des évaluations préliminaires de l'incorporation et des doses en utilisant les résultats des essais biologiques initiaux, en tenant compte de facteurs comme ceux qui sont indiqués à la partie 3.5 du présent guide.

Réponses possibles aux évaluations préliminaires de l'incorporation et de la dose

- Si l'incorporation ou la dose estimée est inférieure au seuil d'intervention pertinent, tel que défini au paragraphe 6(1) du *Règlement sur la radioprotection*, on ajuste en conséquence les protocoles recommandés au tableau 1. Comme l'incorporation est relativement faible, on envisage de mettre fin à l'échantillonnage plus tôt.

- Si l'incorporation ou la dose estimée est égale ou supérieure au seuil d'intervention pertinent, tel que défini au paragraphe 6(1) du *Règlement sur la radioprotection*, suivre les protocoles recommandés au tableau 1. S'il y a lieu, prendre les dispositions nécessaires pour effectuer d'autres analyses spécialisées et plus de surveillance biologique, tel qu'indiqué aux sections 3.5 et 4.1 respectivement. Par

exemple, si la dose estimée risque de dépasser 100 mSv, prélever des échantillons de sang en vue d'effectuer des analyses chromosomiques.

5.0 PRÉLÈVEMENT ET MANIPULATION D'ÉCHANTILLONS D'ESSAIS BIOLOGIQUES

5.1 Règles générales

- S'assurer que toutes les personnes qui manipulent des échantillons d'essais biologiques ont reçu la formation nécessaire pour la manipulation sûre des échantillons biologiques et radioactifs.
- Utiliser les services d'un organisme médical ou d'un médecin compétent pour prélever les échantillons de sang.
- Au moment de prélever des échantillons dans des zones restreintes, travailler dans les endroits où les risques de contamination sont les plus faibles.
- Prélever les échantillons dans des contenants stériles jetables.
- Lorsqu'on demande à une personne un échantillon fécal, avertir celle-ci du danger de contaminer l'échantillon avec de l'urine.
- Après avoir prélevé des échantillons sur les lieux de travail, prendre une douche ou se laver les mains soigneusement avant de déplacer les échantillons dans une zone non restreinte.
- Lorsque cela est possible, conserver tous les échantillons recueillis jusqu'à ce que les enquêtes liées à l'incident soient terminées.

5.2 Étiquetage des échantillons

- Après le prélèvement d'un échantillon biologique, placez une étiquette sur le contenant, en y indiquant le nom de l'individu (ou son numéro d'identification), la date et l'heure du prélèvement.

5.3 Traitement et stockage des échantillons d'urine

- Si l'on doit conserver l'échantillon d'urine pendant plus de 24 heures après le prélèvement, placer immédiatement le contenant dans un endroit frais, comme un réfrigérateur ou une glacière.
- S'il est nécessaire de conserver un échantillon d'urine pendant une longue durée ou une durée indéterminée avant l'analyse, on doit traiter l'échantillon pour éviter ou réduire au minimum la croissance de bactéries, ou encore les pertes de radionucléides sur les parois du contenant. Selon le cas, on doit prendre les mesures voulues en tenant compte de la nature du radionucléide et de son état chimique dans l'échantillon; dans certains cas, on devrait acidifier

l'échantillon pour éviter la précipitation, ou traiter l'urine à l'aide d'un agent de conservation comme le thymol, afin de réduire au minimum la croissance bactérienne.

- Le cas échéant, les échantillons d'urine peuvent être congelés. La congélation peut être particulièrement appropriée pour ce qui est des échantillons d'urine renfermant du tritium lié aux composés organiques, particulièrement ceux qui nécessitent une analyse répétée ou confirmatoire en vue de déterminer la présence du tritium lié aux composés organiques. Lorsque cela est possible, conserver une partie des échantillons pour les analyses répétées ou multiples.

5.4 Prélèvement et stockage des échantillons fécaux

- Pour prélever des échantillons fécaux, utilisez des trousses spéciales « faciles à utiliser » qui sont conçues à cette fin et disponibles chez les fournisseurs d'équipement médical commercial.

- Dès la réception des échantillons de fèces, les mettre immédiatement au congélateur.

5.5 Emballage et transport des échantillons d'essais biologiques

- Pour éviter toute décharge, émission ou perte d'échantillons radiobiologiques durant le transport, les échantillons doivent être emballés de manière sûre conformément à l'alinéa 2.3.3b) du *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*. Il faut porter une attention particulière à l'emballage des échantillons liquides et fluides.

- Si le temps de transport des échantillons liquides est de plus de 2 heures, les placer dans une glacière qui contient de la glace sèche.

- Garder les échantillons fécaux à l'état congelé durant le transport.

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

Critères relatifs aux essais biologiques 1 — critères généraux pour les essais biologiques - Rapport de Santé Canada 81-DHM-56.

Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers: Design and Interpretation. CIPR Publication 54, 1988.

Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers, CIPR Publication 78, 1997.

Report of the Task Group on Reference Man, CIPR Publication 23, 1975.

ANNEXES

Tableau 1 : Protocole d'échantillonnage recommandé lorsque l'estimation préliminaire de la contamination est égale ou supérieure au seuil d'intervention

Temps après l'incorporation	Fréquence du prélèvement d'urine	Fréquence du prélèvement de fèces	Fréquence du comptage *in vivo*	Commentaires
1 à 10 jours	Prélèvements d'échantillons d'urine chaque jour, étalés sur 24 heures.	Prélèvements d'échantillons fécaux chaque jour, étalés sur 24 heures.	Effectuer chaque jour un comptage *in vivo*.	Tronquer l'échantillon et/ou les résultats *in vivo* lorsque les résultats tombent sous la limite de détection ou lorsqu'ils atteignent une valeur chronique de base.
10 à 100 jours	Prélèvements d'échantillons d'urine sur 24 heures, tous les 14 jours.	Prélèvements d'échantillons fécaux, sur 24 heures pendant 3 jours consécutifs, tous les 14 jours.	Effectuer un comptage *in vivo* tous les 14 jours.	Tronquer l'échantillon et/ou les résultats *in vivo* lorsque les résultats tombent sous la limite de détection ou lorsqu'ils atteignent une valeur chronique de base.
Plus de 100 jours.	Prélèvements d'échantillons d'urine, étalés sur 24 heures, tous les 30 jours.	Prélèvements d'échantillons fécaux, sur 24 heures pendant 3 jours consécutifs, tous les 30 jours.	Effectuer un comptage *in vivo* tous les 30 jours.	Tronquer l'échantillon et/ou les résultats *in vivo* lorsque les résultats tombent sous la limite de détection ou lorsqu'ils atteignent une valeur chronique de base.

Remarques :

1. Les fréquences d'échantillonnage recommandées dans le tableau 1 devraient normalement être suivies jusqu'à ce que le travailleur retourne au travail. Cependant, les utilisateurs devront peut-être modifier le protocole pour tenir compte de circonstances particulières. Par exemple, les trois périodes d'échantillonnage qui figurent au tableau 1 peuvent ne pas être appropriées dans le cas des radionucléides dont la demi-vie radioactive est de < 3 jours. Il en va de même pour les radionucléides à longue période présents sous forme chimique dans des composés dont la demi-vie biologique est courte (< 3 jours), et pour les incorporations qui sont supérieures à une limite de détection mais inférieures à un seuil d'intervention.
2. Au tableau 1, les prélèvements d'échantillons « sur 24 heures » sont des prélèvements étalés sur une période de 24 heures consécutives.

Tableau 1 : Protocole d'échantillonnage recommandé lorsque l'estimation préliminaire de la contamination est égale ou supérieure au seuil d'intervention

Temps après l'incorporation	Fréquence du prélèvement d'urine	Fréquence du prélèvement de fèces	Fréquence du comptage *in vivo*	Commentaires
1 à 10 jours	Prélèvements d'échantillons d'urine chaque jour, étalés sur 24 heures.	Prélèvements d'échantillons fécaux chaque jour, étalés sur 24 heures.	Effectuer chaque jour un comptage *in vivo*.	Tronquer l'échantillon et/ou les résultats *in vivo* lorsque les résultats tombent sous la limite de détection ou lorsqu'ils atteignent une valeur chronique de base.
10 à 100 jours	Prélèvements d'échantillons d'urine sur 24 heures, tous les 14 jours.	Prélèvements d'échantillons fécaux, sur 24 heures pendant 3 jours consécutifs, tous les 14 jours.	Effectuer un comptage *in vivo* tous les 14 jours.	Tronquer l'échantillon et/ou les résultats *in vivo* lorsque les résultats tombent sous la limite de détection ou lorsqu'ils atteignent une valeur chronique de base.
Plus de 100 jours.	Prélèvements d'échantillons d'urine, étalés sur 24 heures, tous les 30 jours.	Prélèvements d'échantillons fécaux, sur 24 heures pendant 3 jours consécutifs, tous les 30 jours.	Effectuer un comptage *in vivo* tous les 30 jours.	Tronquer l'échantillon et/ou les résultats *in vivo* lorsque les résultats tombent sous la limite de détection ou lorsqu'ils atteignent une valeur chronique de base.

Remarques :

1. Les fréquences d'échantillonnage recommandées dans le tableau 1 devraient normalement être suivies jusqu'à ce que le travailleur retourne au travail. Cependant, les utilisateurs devront peut-être modifier le protocole pour tenir compte de circonstances particulières. Par exemple, les trois périodes d'échantillonnage qui figurent au tableau 1 peuvent ne pas être appropriées dans le cas des radionucléides dont la demi-vie radioactive est de < 3 jours. Il en va de même pour les radionucléides à longue période présents sous forme chimique dans des composés dont la demi-vie biologique est courte (< 3 jours), et pour les incorporations qui sont supérieures à une limite de détection mais inférieures à un seuil d'intervention.
2. Au tableau 1, les prélèvements d'échantillons « sur 24 heures » sont des prélèvements étalés sur une période de 24 heures consécutives.

Figure 1 : Périodes types d'échantillonnage pour une excrétion fécale qui contient un composé de type S

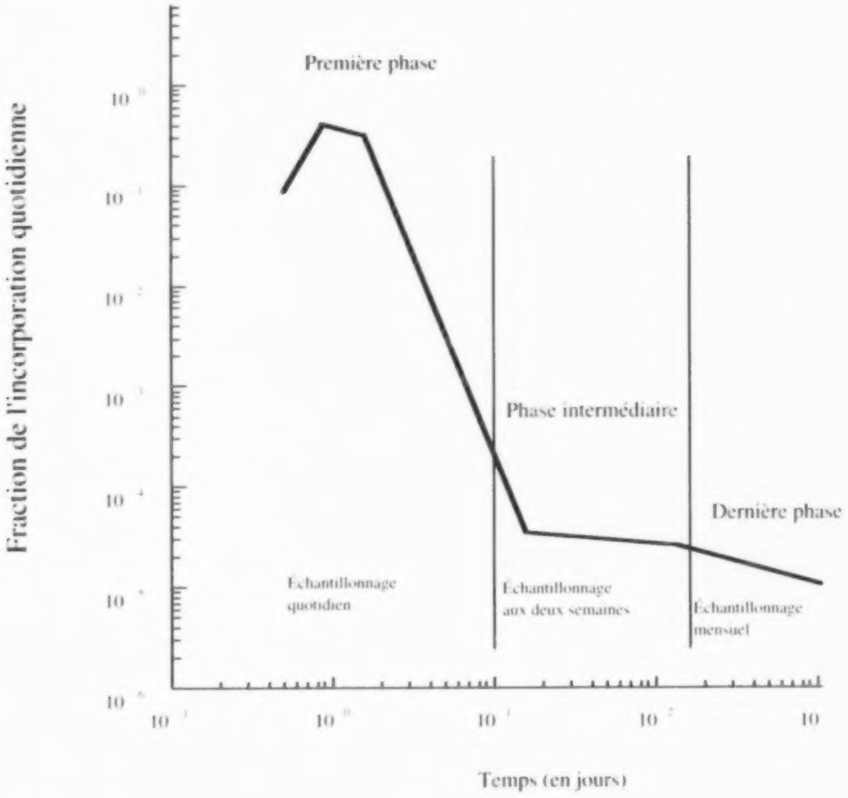


Figure 2 : Périodes types d'échantillonnage pour une excrétion d'urine qui contient un composé de type F

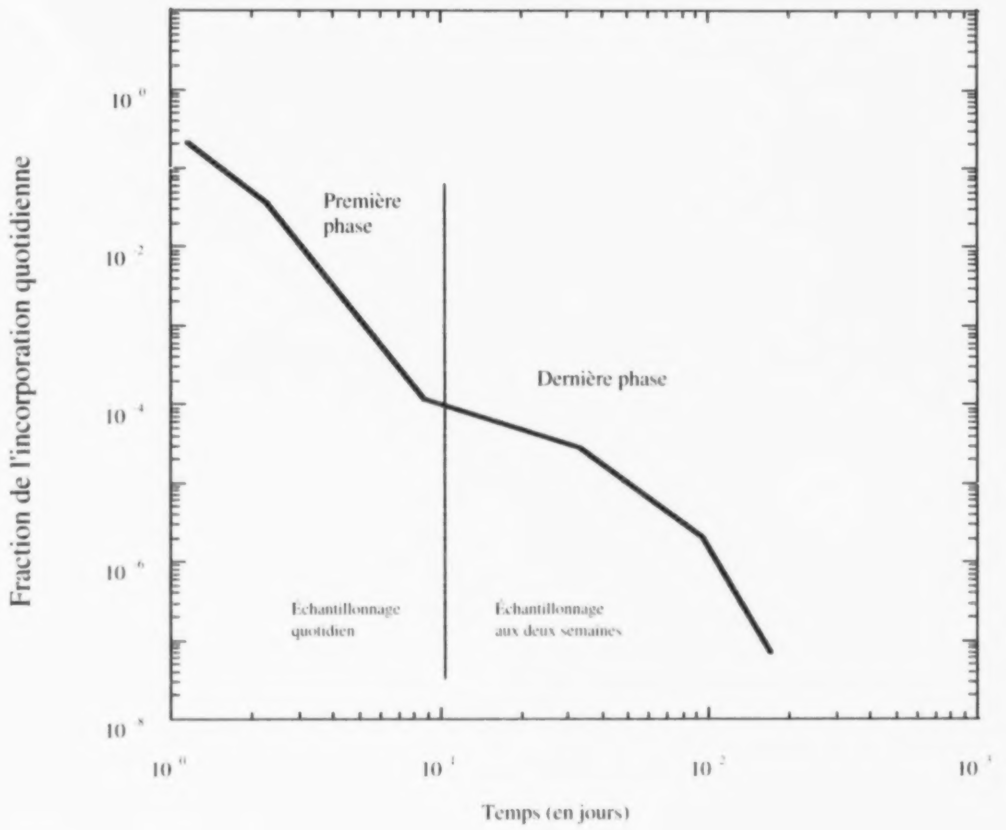


Figure 3 : Événements donnant lieu à des essais biologiques spéciaux en réponse aux résultats des essais biologiques courants

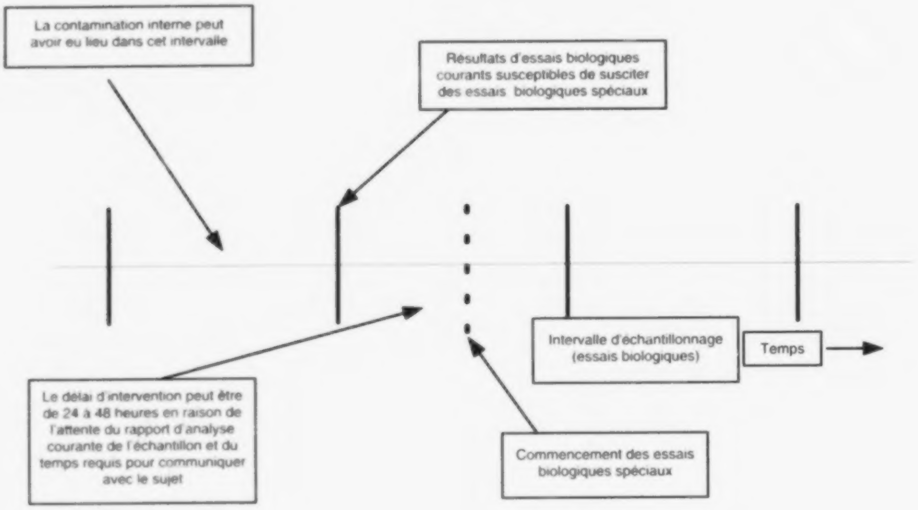
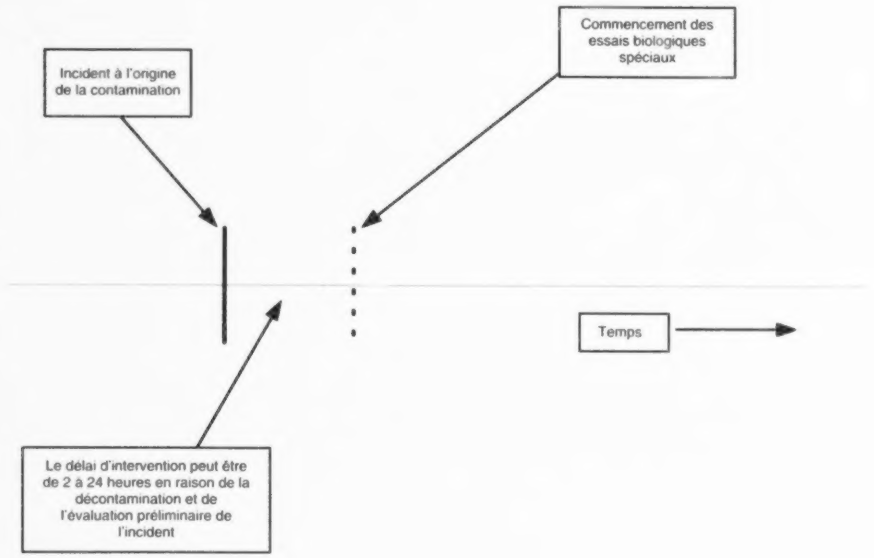



Figure 4 : Événements donnant lieu à des essais biologiques spéciaux en réponse à une situation anormale